



(43) 国際公開日  
2005 年 7 月 7 日 (07.07.2005)

**PCT**

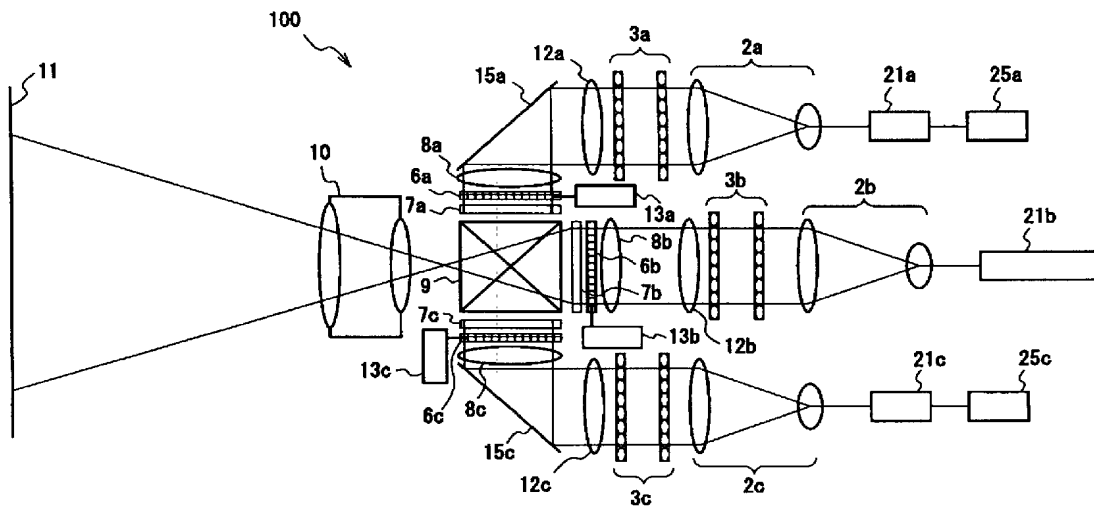
(10) 国際公開番号  
**WO 2005/062116 A1**

- |   |                                  |   |
|---|----------------------------------|---|
| (51) 国際特許分類 <sup>7)</sup> :<br>G09F 9/00, 9/30, G02F 1/13, H04N 9/31  | G03B 21/14,                      | (72) 発明者; および   |
| (21) 国際出願番号:  | PCT/JP2004/019059                | (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 笠澄 研一 (KASAZUMI, Ken'ichi). 水内 公典 (MIZUUCHI, Kiminori). 山本 和久 (YAMAMOTO, Kazuhisa).  |
| (22) 国際出願日:   | 2004 年 12 月 21 日 (21.12.2004)    | (74) 代理人: 早瀬 憲一 (HAYASE, Kenichi); 〒5320003 大阪府大阪市淀川区宮原 3 丁目 4 番 3 0 号 ニッセイ新大阪ビル 1 3 階 早瀬特許事務所 Osaka (JP).  |
| (25) 国際出願の言語:   | 日本語                              | (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW. |
| (26) 国際公開の言語:   | 日本語                              |   |
| (30) 優先権データ:<br>特願 2003-425599  | 2003 年 12 月 22 日 (22.12.2003) JP |   |
| (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 Osaka (JP). |                                  |   |

〔続葉有〕

**(54) Title:** TWO-DIMENSIONAL IMAGE DISPLAY DEVICE

(54) 発明の名称: 二次元画像表示装置



**(57) Abstract:** Conventionally, in a display device using laser, visibility is lowered when using a blue light source of short wavelength or a red light source of long wavelength and accordingly, a blue light source of comparatively long wavelength and a red light source of comparatively short wavelength have been used. For this, there are various problems such that a color range which can be displayed is limited and a large light output is required when displaying a white color. There is provided a two-dimensional image display device capable of obtaining a bright and clear image with a lower power consumption by setting the center wavelength of the red light source to a range not smaller than 635 nm and not greater than 655 nm and the center wavelength of the blue light source to a range not smaller than 420 nm and not greater than 455 nm.

(57) 要約: 従来、レーザを用いたディスプレイ装置では、短波長の青色光源や長波長の赤色光源では視感度が低下するために比較的長波長の青色光源や比較的短波長の赤色光源が用いられてきた。このため、表示可能な色範囲が制限される、白色表示時に大きな光出力が必要になるなどの課題があった。よって、本発明の二次元画像表示装置は、赤色光源の中心波長を635nm以上655nm以下に、青色光源の中心波長を420nm以上455nm以下に設定することで、より低消費電力で明るく、色鮮やかな画像を得る。



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

## 明 細 書

### 二次元画像表示装置

### 技術分野

[0001] 本発明は、二次元画像表示装置に関するものであり、特に、映像プロジェクタ、テレビ受像機、液晶パネルなどの映像表示装置の改良を図ったものに関する。

### 背景技術

[0002] 近年、高圧水銀放電ランプを光源とした二次元画像表示装置として画像投写装置が普及してきている。この装置は高圧水銀放電ランプからの出射光を、波長選択ミラーで赤色光(長波長光)、緑色光(中間波長光)、青色光(短波長光)に分割し、それぞれの色の光を個別に液晶パネルで変調し、ダイクロイックプリズムにて合波して、投写レンズにてスクリーンにカラー画像を投写するものである。ところが、ランプの発光スペクトルは可視域全体に及び、波長選択ミラーで分割された光のスペクトルは100nmを超える比較的広いスペクトル幅を持つ。このため、鮮やかな純色を表示できない。よって、より鮮やかな色表現が可能なレーザディスプレイが注目されている。これは、赤色、緑色、青色の3種のレーザ光源を用いたもので、例えば図9のような構成をとる。

[0003] 図9において、200はレーザディスプレイであり、RGB3色のレーザ光を出射するレーザ光源1a〜1cと、光を拡散する拡散板6a〜6cと、前記レーザ光源1a〜1cから出力された各レーザ光を前記拡散板6a〜6cに照射する光学系とを有している。前記レーザディスプレイ200は、前記各拡散板6a〜6cを揺動する拡散板揺動手段13a〜13cと、前記拡散板揺動手段13a〜13cで拡散された前記各レーザ光源1a〜1cからの光を変調する空間光変調素子7a〜7cとを有している。前記レーザディスプレイ200は、前記各空間光変調素子7a〜7cを通過した光を合波するダイクロイックプリズム9と、前記ダイクロイックプリズム9により合波された光をスクリーン11上に拡大投写する投写レンズ10とを有している。

[0004] ここで、前記レーザ光源1aは、赤色レーザ光を出射する赤色レーザ光源である。この赤色レーザ光源1aに対応する光学系は、前記レーザ光源1aから出射された光を

拡大するビームエキスパンダ2aと、前記ビームエキスパンダ2aにより拡大された光の面内強度分布を均一化する光インテグレータ3aとを有している。また、この光学系は、前記光インテグレータ3aからの光を集光する集光レンズ12aと、前記集光レンズ12aにより集光された光を反射するミラー15aと、該ミラー15aからの反射光を収束ビームに変換して拡散板6aに照射するフィールドレンズ8aとを有している。

[0005] 前記レーザ光源1bは、緑色レーザ光を出射する緑色レーザ光源である。この緑色レーザ光源1bに対応する光学系は、前記レーザ光源1bから出射された光を拡大するビームエキスパンダ2bと、前記ビームエキスパンダ2bにより拡大された光の断面強度分布を均一化する光インテグレータ3bとを有している。また、この光学系は、前記光インテグレータ3bからの光を集光する集光レンズ12bと、前記集光レンズ12bにより集光された光を収束ビームに変換して拡散板6bに照射するフィールドレンズ8bとを有している。

[0006] 前記レーザ光源1cは、青色レーザ光を出射する青色レーザ光源である。この青色レーザ光源1cに対応する光学系は、前記レーザ光源1cから出射された光を拡大するビームエキスパンダ2cと、前記ビームエキスパンダ2cにより拡大された光の断面強度分布を均一化する光インテグレータ3cとを有している。また、この光学系は、前記光インテグレータ3cからの光を集光する集光レンズ12cと、前記集光レンズ12cにより集光された光を反射するミラー15cと、該ミラー15cからの反射光を収束ビームに変換して拡散板6cに照射するフィールドレンズ8cとを有している。

[0007] 次に動作について説明する。

赤色、緑色、青色レーザ光源1a、1b、1cからの光はそれぞれビームエキスパンダ2a、2b、2cで拡大されて光インテグレータ3a、3b、3c及び集光レンズ12a、12b、12cを通過し、赤色光および青色光についてはミラー15aおよび15cにより光路を90度曲げられた後、フィールドレンズ8a、8b、8c、拡散板6a、6b、6cを介して空間光変調素子7a、7b、7cを照射する。この間、光は、光インテグレータ3a、3b、3cを通過することで空間光変調素子7a、7b、7c上での照度分布が均一になる。空間光変調素子7a、7b、7cでそれぞれ独立に変調された光はダイクロイックプリズム9で合波され、投写レンズ10にて拡大投射されてスクリーン11上に結像される。その際、レーザ光は

可干渉性が高いため、スクリーンに投写された像にはスペックルノイズが重畳される。これを防ぐために拡散板6a, 6b, 6cを拡散板移動手段13a, 13b, 13cにて揺動し、スペックルノイズを時間平均することでこれを抑圧する。

[0008] 図9の装置の最大の特徴は、レーザ光源からの光はその発光スペクトルが例えば5 nm以下と非常に狭いため、それらを混色して表現できる色範囲が非常に広くなることである。これを色度図(1931 CIE chromaticity diagram)上で表現すると、図7のようになる。図中△印を頂点とする三角形で示した範囲はNTSC規格にて規定された映像信号の色範囲を示し、○印を頂点とする三角形で示した範囲は、中心波長633nmの赤色光源と、中心波長532nmの緑色光源と、中心波長457nmの青色光源とを用いたときの色範囲を示す。この色度図から分かるように、レーザディスプレイは青色領域のごく一部を除きNTSC信号で表現可能な色の範囲(3つの△の内側の領域)よりも色の範囲(3つの○の内側の領域)が広く、鮮やかな色表現が可能である。

[0009] ところで、特に赤色と青色の領域においては、色範囲の広さの差が画像の鮮明さ、臨場感に顕著に影響を与えるため、より長い波長の赤色光源とより短い波長の青色光源が求められる。しかし、長い波長の赤色光源や短い波長の青色光源を用いた場合には、人間の目の視感度が急激に低下するため、より大きな出力の光源を必要とする。

[0010] このように、実用的な二次元画像表示装置を実現するには、色範囲の広さと、必要とされる光源出力とのトレードオフの関係から、それぞれの光源を最適な波長に設定する必要があると考えられてきた。例えば特許文献1によれば、二次元画像表示装置のレーザ光源として、視感度の低下が顕著にならない635nm以下の赤色光源と、同じく視感度の低下が顕著にならない455nm以上の青色光源を用いるのがよいとされている。

特許文献1:特開平10-293268号公報(第3頁-第7頁、図2-図6)

## 発明の開示

## 発明が解決しようとする課題

[0011] 以上のようなレーザディスプレイを実現する上での大きな課題は、レーザ光源の発光効率である。従来のレーザディスプレイにはヘリウムネオンレーザ、クリプトンレー

ザなどの気体レーザを光源として用いたものや、YAG(Yttrium Aluminum Garnet)固体レーザと非線形光学素子を組み合わせた波長変換を行うものを光源として用いたものがあつた。これらの光源は比較的発光効率が低く、明るい大画面ディスプレイを実現するには光源サイズや消費電力が大きくなるという欠点があつた。このため装置全体が大規模になり、実用的なレーザディスプレイの実現を阻んできた。

[0012] 本発明は前記従来課題を解決するためになされたもので、光源の消費電力が大きい、光源サイズが大きいという課題を解決できるとともに、純粋な白色の発光が可能な二次元画像表示装置を提供することを目的としている。

#### 課題を解決するための手段

[0013] 本発明の請求項1に係る二次元画像表示装置は、赤色光を出射する赤色光源と、緑色光を出射する緑色光源と、青色光を出射する青色光源と、前記3色の光源からの光を用いて二次元の画像を形成する手段とを備え、前記青色光源の中心波長が420nm以上455nm以下であることを特徴とするものである。

[0014] 本発明の請求項2に係る二次元画像表示装置は、請求項1に係る二次元画像表示装置において、前記赤色光源の中心波長が635nm以上655nm以下であり、前記緑色光源の中心波長が505nm以上550nm以下であることを特徴とするものである。

[0015] 本発明の請求項3に係る二次元画像表示装置は、請求項1に係る二次元画像表示装置において、白色表示時の前記青色光源の光出力と前記緑色光源の光出力との比が0.5:1以上、4:1以下であり、白色表示時の前記赤色光源の光出力と前記緑色光源の光出力との比が0.4:1以上、1.3:1以下であることを特徴とするものである。

[0016] 本発明の請求項4に係る二次元画像表示装置は、請求項1記載の二次元画像表示装置において、前記赤色光源の中心波長が635nm以上655nm以下であることを特徴とするものである。

[0017] 本発明の請求項5に係る二次元画像表示装置は、請求項1記載の二次元画像表示装置において、前記緑色光源の中心波長が505nm以上550nm以下であることを特徴とするものである。

- [0018] 本発明の請求項6に係る二次元画像表示装置は、請求項1に記載の二次元画像表示装置において、前記青色光源の中心波長が440nm以上455nm以下であることを特徴とするものである。
- [0019] 本発明の請求項7に係る二次元画像表示装置は、請求項1に記載の二次元画像表示装置において、前記青色光源の中心波長が440nm以下であることを特徴とするものである。
- [0020] 本発明の請求項8に係る二次元画像表示装置は、請求項1に記載の二次元画像表示装置において、前記青色光源が窒化ガリウムをベースとした半導体レーザであることを特徴とするものである。
- [0021] 本発明の請求項9に係る二次元画像表示装置は、請求項1に記載の二次元画像表示装置において、前記赤色光源がAlGaInPをベースにした半導体レーザであることを特徴とするものである。
- [0022] 本発明の請求項10に係る二次元画像表示装置は、請求項1に記載の二次元画像表示装置において、前記各光源は、その出射光が半導体レーザ光源と同等、またはそれ以下のスペクトル幅を有することを特徴とする。

### 発明の効果

- [0023] 本発明の請求項1に係る二次元画像表示装置によれば、赤色光を出射する赤色光源と、緑色光を出射する緑色光源と、青色光を出射する青色光源と、前記3色の光源からの光を用いて二次元の画像を形成する手段とを備え、前記青色光源の中心波長が420nm以上455nm以下であるものとしたので、青色光源の中心波長を、光出力が小さく、かつ広い色範囲が得られる領域に収まるものにでき、その結果、消費電力を低減することができる。
- [0024] また、本発明の請求項2に係る二次元画像表示装置によれば、請求項1に記載の二次元画像表示装置において、前記赤色光源の中心波長が635nm以上655nm以下であり、前記緑色光源の中心波長が505nm以上550nm以下であるものとしたので、赤色光源及び緑色光源の中心波長を、光出力が小さく、比較的広い色範囲が得られる領域に収まるものにでき、その結果、消費電力を低減することができる。さらに、各光源に対して上述のような中心波長を選択することで、光出力を抑えつつ、純

粋な白色の発光を実現できる。

- [0025] また、本発明の請求項3に係る二次元画像表示装置によれば、請求項1に記載の二次元画像表示装置において、白色表示時の前記青色光源の光出力と前記緑色光源の光出力との比が0.5:1以上、4:1以下であり、白色表示時の前記赤色光源の光出力と前記緑色光源の光出力との比が0.4:1以上、1.3:1以下であるものとしたので、青色光源、赤色光源及び緑色光源の中心波長を、光出力が小さく、かつ広い色範囲が得られる領域に収まるものにできる。さらに、各光源に対して上述のような中心波長を選択することにより、光出力を抑えつつ、純粋な白色の発光を実現できる。
- [0026] また、本発明の請求項4に係る二次元画像表示装置によれば、請求項1に記載の二次元画像表示装置において、前記赤色光源の中心波長が635nm以上655nm以下であるものとしたので、赤色光源の中心波長を、光出力が小さく、広い色範囲が得られる領域に収まるものにできる。
- [0027] また、本発明の請求項5に係る二次元画像表示装置によれば、請求項1に記載の二次元画像表示装置において、前記緑色光源の中心波長が505nm以上550nm以下であるものとしたので、緑色光源の中心波長を、光出力が小さく、広い色範囲が得られる領域に収まるものにできる。
- [0028] 本発明の請求項6に係る二次元画像表示装置によれば、請求項1に記載の二次元画像表示装置において、前記青色光源の中心波長が440nm以上455nm以下であるものとしたので、青色光源の中心波長を、光出力が最小で、広い色範囲が得られる領域に収まるものにできる。
- [0029] また、本発明の請求項7に係る二次元画像表示装置によれば、請求項1に記載の二次元画像表示装置において、前記青色光源の中心波長が440nm以下となるようにしたので、青色光源に半導体レーザを使用する場合に、光源を高効率かつ高信頼性なものにできる。
- [0030] また、本発明の請求項8に係る二次元画像表示装置によれば、請求項1に記載の二次元画像表示装置において、前記青色光源が窒化ガリウムをベースとした半導体レーザであるものとしたので、青色光源の小型化、高効率化が可能となる。



[0031] また、本発明の請求項9に係る二次元画像表示装置によれば、請求項1に記載の二次元画像表示装置において、前記赤色光源がAlGaInPをベースにした半導体レーザであるものとしたので、赤色光源の小型化、高効率化が可能となる。

[0032] また、本発明の請求項10に係る二次元画像表示装置は、請求項1に記載の二次元画像表示装置において、前記各光源は、その出射光が半導体レーザ光源と同等、またはそれ以下のスペクトル幅を有するものとしたので、スペクトル幅の狭い光源によって鮮やかな色表現が可能となる。

### 図面の簡単な説明

[0033] [図1]図1は本発明の実施の形態1に係る二次元画像表示装置の概略構成例を表す図である。

[図2]図2は青色光源の波長に対する、白色表示に必要な光源出力の計算結果を表す図である。

[図3]図3は青色光源の波長に対する、白色表示に必要な光源の計算結果を表す図である。

[図4]図4は青色光源の波長に対する、白色表示に必要な光源の計算結果を表す図である。

[図5]図5は青色光源の波長に対する、白色表示に必要な光源出力の計算結果を表す図である。

[図6]図6は赤色光源の波長に対する、白色表示に必要な光源出力の計算結果を表す図である。

[図7]図7はレーザプロジェクタ及びNTSC規格が表現可能な色範囲を表す色度図である。

[図8]図8はAlGaInN系半導体レーザの発振波長と発振閾値の関係を示す図である。

[図9]図9は従来の二次元画像表示装置の概略構成を表す図である。

### 符号の説明

[0034] 1a 赤色光源

1b 緑色光源

1c 青色光源  
2a〜2c ビームエキスパンダ  
3a〜3c 光インテグレータ  
6a〜6c 拡散板  
7a〜7c 空間光変調素子  
8a〜8c フィールドレンズ  
9 ダイクロイックプリズム  
10 投写レンズ  
11 スクリーン  
12a〜12c 集光レンズ  
13a〜13c 拡散板移動手段  
15a, 15c ミラー  
21a 赤色半導体レーザー光源  
21b 緑色レーザー光源  
21c 青色半導体レーザー光源  
25a, 25c 高周波電源  
101 最適領域  
102 青色出力が最小の領域  
103, 203 広い色範囲が得られない波長領域  
104 青色半導体レーザーの最適領域  
105 大出力青色半導体レーザーの実現が困難な領域  
204 赤色半導体レーザーの最適領域  
106, 201 視感度が小さい波長領域  
205 大出力赤色半導体レーザーの実現が困難な領域  
発明を実施するための最良の形態

[0035] (実施の形態1)

以下、本発明の実施の形態について説明する。

図1は本発明の実施の形態1に係る二次元画像表示装置の構成例を示す図である

。図1において、100は本発明の実施の形態1の二次元画像表示装置である。

この二次元画像表示装置100は、図9に示す従来の二次元画像表示装置における青色光源と赤色光源に半導体レーザを用いたものである。赤色光源である赤色半導体レーザ21aの中心波長は635nm～655nmであり、青色光源である青色半導体レーザ21cの中心波長は420nm～455nmであり、緑色レーザ21bの中心波長は505nm～550nmである。また、赤色半導体レーザ21a、青色半導体レーザ21cはそれぞれ高周波電源25a、25cが接続され、発振スペクトルを広げている。

[0036] なお、ビームエキスパンダ2a～2c、光インテグレータ3a～3c、集光レンズ12a～12cによって空間光変調素子7a～7cを照射する光学系、および、拡散板6a～6cを拡散板揺動手段13a～13cによって揺動してスペックルノイズを低減する光学系、さらにダイクロイックプリズム9、投写レンズ10によってスクリーン11に投影する光学系(二次元の画像を形成する手段)は従来のものと同様である。

[0037] また、図1に示す二次元画像表示装置は青色光源及び赤色光源の一例として半導体レーザを用いているが、光源は半導体レーザに限るものではなく、出射光が半導体レーザと同等またはそれ以下のスペクトル幅を有する光源であれば良い。例えば、スーパー・ルミネッセンス・ダイオード(Super Luminescence Diode)でも良い。光源として半導体レーザを用いない場合は、高周波電源25a、25cを備える必要はない。

[0038] 次に作用効果について説明する。

この実施の形態の二次元画像表示装置は、青色光源及び赤色光源(図1では、赤色半導体レーザ21a及び青色半導体レーザ21c)の中心波長の範囲を最適化したものであり、以下詳しく説明する。

[0039] まず、標準白色光源に相当する白色を、出力を抑えつつ得られるように、青色光源あるいは赤色光源の発振波長を変化させたときのそれぞれの光源に必要な出力を計算により求めた。

[0040] それぞれの光源に必要な最大出力は、明るい白色を表示する際に必要な出力で決まる。そのため、目の視感度だけでなく、3色それぞれの光源出力のバランスを考慮して白色表示をする際の光出力を計算した。その結果、波長に対して単調に視感度が増加する青色領域において、光源の波長に対して必要な光出力は単調な変化

を示すのではなく、必要な光出力が最小となる或る最適な波長が存在することを見いだした。その結果を図2～図5に示す。

[0041] この図2～図5に関する計算方法は以下の通りである。

一般に、2種の光を混色する際の合成色の色度及び光束は以下の式に従って計算できる。すなわち、色度座標が(x1, y1)で表されるA1ルーメンの光束と、色度座標が(x2, y2)で表されるA2ルーメンの光束とを混色したときの合成色の色度座標(x3, y3)と光束A3はそれぞれ、

$$x3 = (y2 * x1 * A1 + y1 * x2 * A2) / (y2 * A1 + y1 * A2)$$

$$y3 = y1 * y2 * (y1 + y2) / (y2 * A1 + y1 * A2)$$

$$A3 = A1 + A2$$

で表わされる。

[0042] 従って、3色の光を混色したときの光は、前記計算式を用いて、まず第1、第2の2色の光を混色したときの合成色の色度座標と光束とを計算し、さらに、前記合成色と第3の光を混色することで求めることができる。

[0043] 図2～図5に示す光源の出力を計算する際には、以下のような手順で計算を行う。まず、それぞれの点に対応する波長の3色の光の光束を無作為に決定し、それらを混色した合成色の色度座標と光束を計算する。次に、それぞれの光束を適宜選んで混色した時の合成色の色度座標をその都度計算し、3色の合成色の色度座標が標準白色光源d65(dはdaylightの略)の光と同じ(x, y) = (0.313, 0.329)となるように青色、赤色、緑色の光の光束をカットアンドトライで決定したものである。

[0044] 図2～図5は、赤色光源の中心波長を635nmまたは655nmに、緑色光源の中心波長を505nmまたは535nmに設定し、光源から出力される光を混色した際に全光束が1000ルーメンになり、色度図上での座標が標準白色光源d65の色の座標と一致するときのそれぞれの光源出力を、青色光源の波長に対してプロットしたものである。ここで赤色光源の中心波長と緑色光源の中心波長を上述のように設定したのは、赤色光源では中心波長が635nm～655nmで光出力が小さく、かつ、広い色範囲が得られるからであり、緑色光源では中心波長が505nm～550nmで、光出力が小さく、かつ、広い色範囲が得られるからである。さらに、赤色光源については、表現可能な色

をNTSCより拡大しようとするれば、この近傍の波長とすればよいことが図7の色度図より予測できること、なおかつこの近傍で波長を変化させたとしても、青色光源の出力のグラフの概形が定性的に変化しないこと、による。また、全光束を1000ルーメンに設定したのは、市販のプロジェクタと同程度の明るさを確保しようとするれば、この程度の値が必要となるからである。

- [0045] 図2～図5に示すように、赤色光源の中心波長を635nmまたは655nmに設定しても、緑色光源の中心波長を505nmまたは550nmに設定しても、青色光源は、中心波長が420nm～480nmの範囲で、その出力を抑えることができることが分かった。さらに、青色光源では中心波長が455nm以上になると(図2～図5の領域103)、広い色範囲が得られないことから、青色光源は必要な出力が小さくて済み、かつ広い色範囲が得られる420nm～455nmが最適領域(図2～5に示す最適領域101)となることが分かる。また、この最適領域101における白色表示時の青色光源と緑色光源の出力の比はおよそ0.5:1以上4:1以下であり、白色表示時の赤色光源と緑色光源の出力の比は0.4:1以上1.3:1以下である。
- [0046] さらに、出力の観点から判断すると、出力が最小になる中心波長440nm～455nmの領域(領域102)が、青色光源にとってさらに好ましい領域となる。
- [0047] 以上のことを総合すると、従来のレーザディスプレイ装置では比較的長波長の青色光源と比較的短波長の赤色光源を用いていたのに対し、本実施の形態1のように、青色光源の中心波長を420nm以上455nm以下とし、赤色光源の中心波長を635nm以上655nm以下とし、緑色光源の中心波長を505nm以上550nm以下とすることで、より小さい出力で純粋な白色の発光が可能で、広い色範囲が得られる二次元画像表示装置が実現可能となる。さらに、青色光源の中心波長を440nm以上455nm以下とすることで、青色光源の出力を最小になるように抑えつつ、純粋な白色の発光を得ることができる。
- [0048] そして、青色光源の最適領域101及び赤色光源の中心波長635nm～655nmの領域を色度図で示したものが図7におけるDbおよびDrであり、色範囲を拡大できていることが分かる。
- [0049] ここで、青色光源を半導体レーザに限定した場合について説明を行う。この場合、

図2～図5に示すように、青色光源は、視感度が小さい領域106と、広い色範囲が得られない領域103と、大出力青色半導体レーザの実現が困難な領域105とに挟まれた領域104が青色半導体レーザの最適領域となることが分かる。すなわち、領域104より短波長側の領域106で大きな出力が必要になるのは視感度が低下するためである。また455nmより長波長側の領域103で大きな出力が必要になるのは、光源の色が表示色のd65光源の色に接近するため、赤色光、緑色光に比べてより大きな光出力を必要とするためである。また、455nmより長波長側の領域は大出力青色半導体レーザの実現が困難な領域でもある。このように、青色半導体レーザでは、小さい光出力で同じ明るさの映像を得るためには、光源の中心波長を435nm～455nm程度に設定するのがよい。この領域104は、図2～図5に示す、青色光源の出力が小さくて済み、広い色範囲が得られる最適領域101と重複することから、青色光源として半導体レーザを用いる場合でも、本発明は有効であることが分かった。

[0050] 次に、赤色光源を半導体レーザに限定する場合についても図6を用いて説明する。図6に関する計算方法は図2～図5に関する計算方法と同様であるので説明を省略する。図6は、緑色光源の中心波長を532nm、青色光源の中心波長を457nmに固定し、光源から出力される光を混色した際に全光束が1000ルーメンになり、色度図上での位置が標準白色光源d65光源の色の座標と一致するときのそれぞれの光源の出力を赤色光源の波長に対してプロットしたものである。なお、緑色光源の中心波長を532nm、青色光源の中心波長を457nmに設定したのは、これらの波長の光源がすでに市販されているからである。

[0051] 赤色光の場合、長波長側の領域201で視感度が低下するため、ここで計算した610nm以上の範囲では、波長がより短い方が光源出力はより小さくてよい。具体的には、赤色光源の出力が、青色、緑色光源出力の5倍以下で白色表示が可能となる中心波長655nm以下に選ぶのがよい。また光源波長が625nm以下の領域203になると色範囲がNTSC規格程度にまで狭くなり、レーザディスプレイ装置の特徴を活かせなくなる。また、635nm以下の短波長領域205は大出力赤色半導体レーザの実現が困難な領域でもある。従って、635nm以上、655nm以下が最適領域204となる。この領域204における赤色光源と緑色光源との出力の比はおよそ1.8:1以上、5:1

以下である。

- [0052] そしてこれら青色半導体レーザの最適領域104および赤色半導体レーザの最適領域204を色度図で示したものが図7におけるDbおよびDrであり、色範囲を拡大できていることが分かる。
- [0053] 前記のように、より小さい光出力で明るい画像表示が可能な波長範囲の光を出力するレーザ光源としては、赤色では波長633nmのヘリウムネオンレーザや波長647nmのクリプトンレーザ、あるいは波長630nmのネオジウムYAG固体レーザを基本とした波長変換レーザ、波長630nm～680nmのAlGaInP半導体レーザなどがある。
- [0054] これらのうち、ヘリウムネオンレーザ等の気体レーザと波長変換レーザは比較的発光効率が低く、明るいディスプレイを実現するには大きなレーザヘッドが必要になり、装置が大きくなる、あるいは消費電力が大きいなどの欠点がある。これに対してAlGaInP半導体レーザは、前記レーザに比べてサイズも小さく、高効率であり、装置の小型化、低消費電力化に有利である。
- [0055] 近年赤色半導体レーザの高出力化の進展がめざましく、記録再生型光ディスクドライブ用として100mWを越える出力のものが実用化されている。100インチ程度以下のプロジェクタには1～数Wの光源出力が必要となるが、光ディスクドライブ用光源と異なり、プロジェクタ用光源は波面収差の制約が小さいため、発光点サイズの大きなワイドストライプ半導体レーザが利用可能になることから、1ワットを越える半導体レーザは容易に実現可能である。また半導体レーザを用いることの別の利点は、駆動電流に高周波信号を重畳することで可干渉性を低下させ、簡単にスペックルノイズを低減することができることである。
- [0056] ところで、半導体レーザの発振波長は以下のような理由で制限される。AlGaInP結晶は、 $(\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ なる式でその組成が表され、この結晶を用いた赤色半導体レーザにおいては、Al組成xの割合を増やすことでバンドギャップ(禁制帯幅)が増大し、発振波長が短波長化する。例えばx=0.7でバンドギャップ約2.3eV(波長約540nm)が得られる。しかしながら、xが大きくなる領域では、活性層へのキャリア(特に電子)の閉じ込めが不十分となり、オーバーフロー電流の増大により無効電流が増加する。その結果、高出力動作や高温動作が困難となる。この制限よりレーザディ

スプレイに必要な数Wの出力を室温条件下で得るためには、発振波長を635nm以上に設定すればよい。

[0057] また、より小さい光出力で明るい画像表示が可能な波長範囲の光を出力する青色レーザ光源としては、波長441nmのヘリウムカドミウムレーザや、ネオジウムドープYAG固体レーザと非線形光学素子とを組み合わせた波長457nmのSHG(Second Harmonic Generation;第2高調波)レーザがある。このSHGレーザは、固体レーザからのレーザ光を非線形光学素子の非線形媒質によって半波長の光にする。また波長400nm〜460nmの窒化ガリウム(AlGaInN系)をベースとした半導体レーザの開発が近年盛んであり、ワットクラスのレーザが実現しつつある。これらのうち、ヘリウムカドミウムレーザとSHGレーザは比較的発光効率が低く、明るいディスプレイを実現するには大きなレーザヘッドが必要になり、装置が大きくなる、あるいは消費電力が大きいなどの欠点がある。これに対してAlGaInN系半導体レーザは、前記のレーザに比べてサイズも小さく、高効率である。

[0058] AlGaInN系半導体レーザの中心波長はInの組成比率によって変化しIn組成比を高くするほど長波長の光を得ることができる。しかしながらIn濃度の上昇に伴って結晶中のIn偏析が多くなり、低閾値電流でレーザ発振する高効率かつ信頼性の高いAlGaInN系半導体レーザの実現は困難である。活性層領域のIn濃度を変えて数種の半導体レーザを試作し、その発振波長と発振閾値電流とを測定した結果を図8に示す。図のように波長が長くなると閾値電流が大きくなるが、波長440nmを越えると閾値上昇が顕著になり、さらに波長455nmを越える領域では発振させることができなかった。この結果より、AlGaInN系半導体レーザを用いて二次元画像表示装置を実現するためには波長455nm以下のレーザを用いるのが良い。また、閾値電流が大きい半導体レーザにおいては高出力かつ長寿命を同時に実現する事がより困難になるため、さらに好ましくは、波長440nm以下のレーザを用いることであり、このような波長のレーザを用いることで発振閾値が比較的小さく、高効率かつ信頼性の高い二次元画像表示装置が実現できることが分かった。

[0059] 以上を総合すると、従来のレーザディスプレイ装置では比較的長波長の青色光源と比較的短波長の赤色光源を用いていたのに対し、本実施の形態1では、青色光源



の中心波長を420nm以上455nm以下とし、赤色光源の中心波長を635nm以上655nm以下とすることで小型、高効率かつ広い色範囲が得られる二次元画像表示装置が実現可能となることが分かった。またさらに望ましくは青色光源に中心波長が420nm以上440nm以下のAlGaInN系半導体レーザを用いることで、発振閾値が比較的小さく、高効率かつ信頼性の高い二次元画像表示装置が実現可能となることが分かった。

[0060] 緑色レーザについては現在1ワットを越える半導体レーザそのものの実現のめどはないが、半導体レーザ励起ネオジウムドープYAG固体レーザの出力光(波長1064nm)の2次高調波(波長532nm)を利用した光源が市販されており、半導体レーザの直接発振には及ばないものの、比較的高効率かつ小型の緑色固体レーザが利用できる。

[0061] このようにして、光源の波長を限定することで高効率かつ低消費電力のレーザディスプレイを実現することができる。

[0062] このように、本実施の形態1によれば、二次画像表示装置を半導体レーザにより実現する際、赤色半導体レーザ光源として中心波長635nm～655nmのものを使用し、青色半導体レーザ光源として中心波長420nm～455nmのものを使用することで、気体レーザや固体レーザを使用する際の、光源の消費電力が大きく、光源サイズが大きいという問題を解決できるとともに、より小さい出力で純粋な白色の発光が可能な二次元画像表示装置を実現することが可能となる。

[0063] また、青色半導体レーザ光源として特に中心波長420nm以上、440nm以下のものを使用することで、青色光源の出力の増加を可能にし、しかもその信頼性を向上させることができる。

[0064] なお、以上では投写型ディスプレイを例にとって本発明の二次元画像表示装置の説明を行ったが、本発明は、背面投写型ディスプレイにも適用することができる。またバックライトにレーザ光源を用いた液晶パネル型ディスプレイのような二次元光スイッチ型ディスプレイにも適用可能である。

[0065] また、青色半導体レーザ光源および赤色半導体レーザ光源には、それぞれ上述のような窒化ガリウム系およびAlGaInP系の半導体レーザを使用すればよいが、他の

材料系を用いて青色や赤色の発振が可能になれば他の材料系の半導体レーザを用いてもよい。この場合、半導体レーザの材料系や組成が変化することにより半導体レーザの出力特性が変化することが予想されるが、その場合でも、図2～図6に示す半導体レーザ光源の最適領域104、204に相当する領域が存在する場合は、本発明を適用できることは言うまでもない。

[0066] さらに、緑色光源についても半導体レーザが実現できればこれを用いるのが望ましく、その場合も出力の最適領域が存在する場合は、本発明を適用できることは言うまでもない。

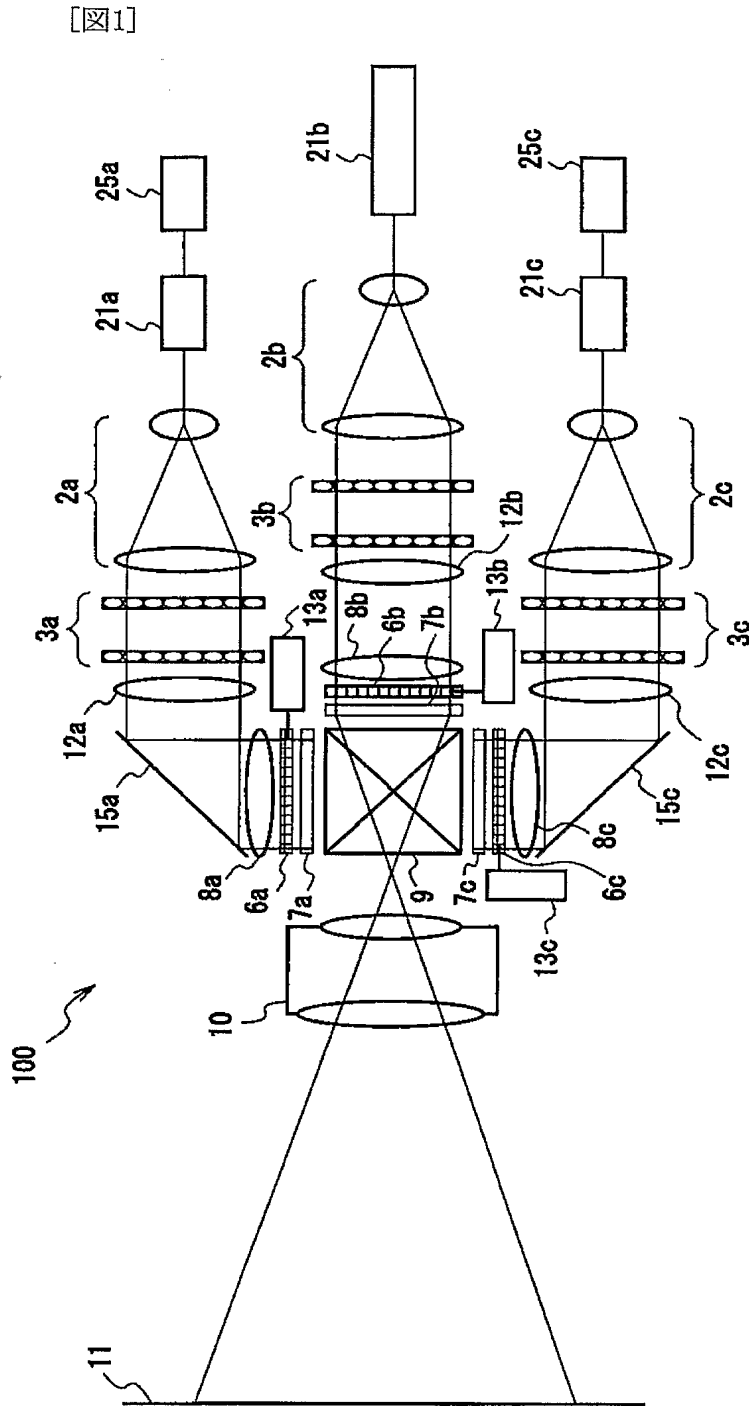
#### 産業上の利用可能性

[0067] 以上のように、本発明に係る二次元画像表示装置は、光源の消費電力や光源サイズを低減できるとともに、純粋な白色を発光でき、映像プロジェクタ、背面投写型テレビ受像機として有用である。このような投写型装置の他、背面照明光に同様の光源を用いることで、液晶テレビ、液晶ディスプレイのような光スイッチ型の画像表示装置にも利用可能である。

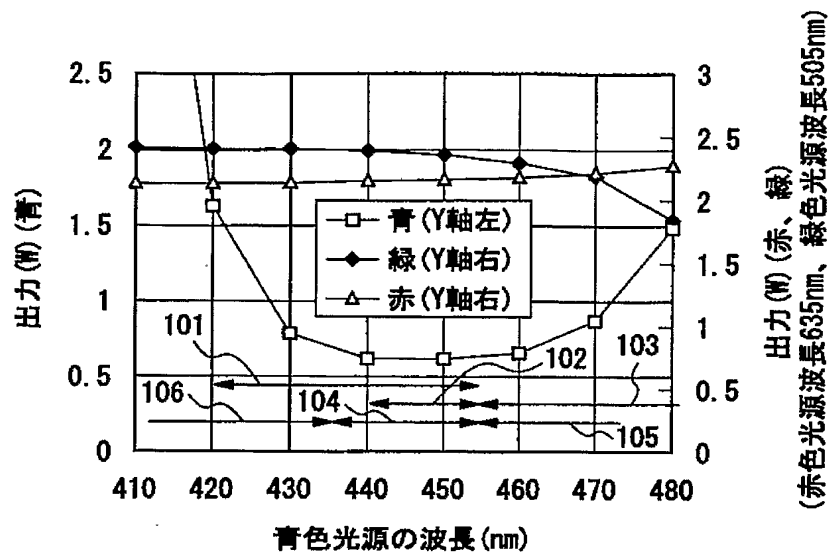
## 請求の範囲

- [1] 赤色光を出射する赤色光源と、  
緑色光を出射する緑色光源と、  
青色光を出射する青色光源と、  
前記3色の光源からの光を用いて二次元の画像を形成する手段とを備え、  
前記青色光源の中心波長が420nm以上455nm以下である、  
ことを特徴とする二次元画像表示装置。
- [2] 請求項1記載の二次元画像表示装置において、  
前記赤色光源の中心波長が635nm以上655nm以下であり、  
前記緑色光源の中心波長が505nm以上550nm以下である、  
ことを特徴とする二次元画像表示装置。
- [3] 請求項1記載の二次元画像表示装置において、  
白色表示時の前記青色光源の光出力と前記緑色光源の光出力との比が0.5:1以上、4:1以下であり、  
白色表示時の前記赤色光源の光出力と前記緑色光源の光出力との比が0.4:1以上、1.3:1以下である、  
ことを特徴とする二次元画像表示装置。
- [4] 請求項1記載の二次元画像表示装置において、  
前記赤色光源の中心波長が635nm以上655nm以下である、  
ことを特徴とする二次元画像表示装置。
- [5] 請求項1記載の二次元画像表示装置において、  
前記緑色光源の中心波長が505nm以上550nm以下である、  
ことを特徴とする二次元画像表示装置。
- [6] 請求項1に記載の二次元画像表示装置において、  
前記青色光源の中心波長が440nm以上455nm以下である、  
ことを特徴とする二次元画像表示装置。
- [7] 請求項1に記載の二次元画像表示装置において、  
前記青色光源の中心波長が440nm以下である、

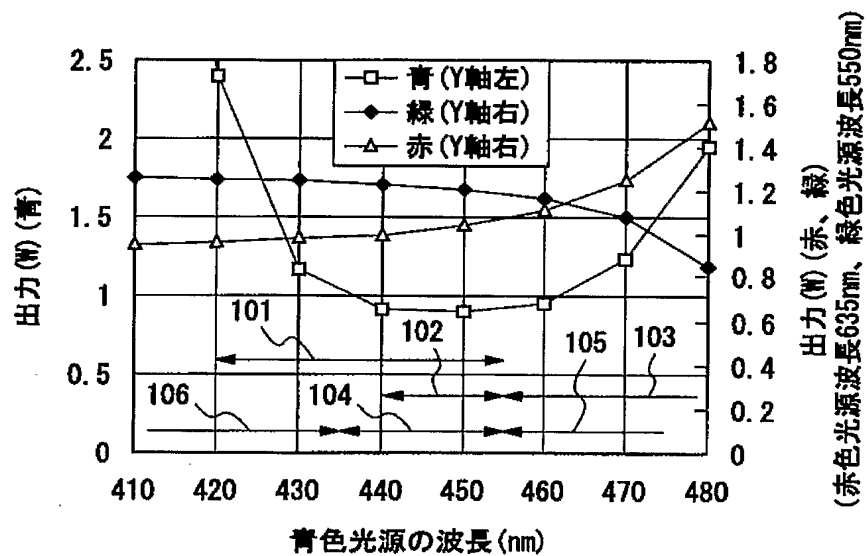
- ことを特徴とする二次元画像表示装置。
- [8] 請求項1に記載の二次元画像表示装置において、  
前記青色光源が窒化ガリウムをベースとした半導体レーザである、  
ことを特徴とする二次元画像表示装置。
- [9] 請求項1に記載の二次元画像表示装置において、  
前記赤色光源がAlGaInPをベースにした半導体レーザである、  
ことを特徴とする二次元画像表示装置。
- [10] 請求項1に記載の二次元画像表示装置において、  
前記各光源は、その出射光が半導体レーザ光源と同等、またはそれ以下のスペクトル幅を有することを特徴とする二次元画像表示装置。



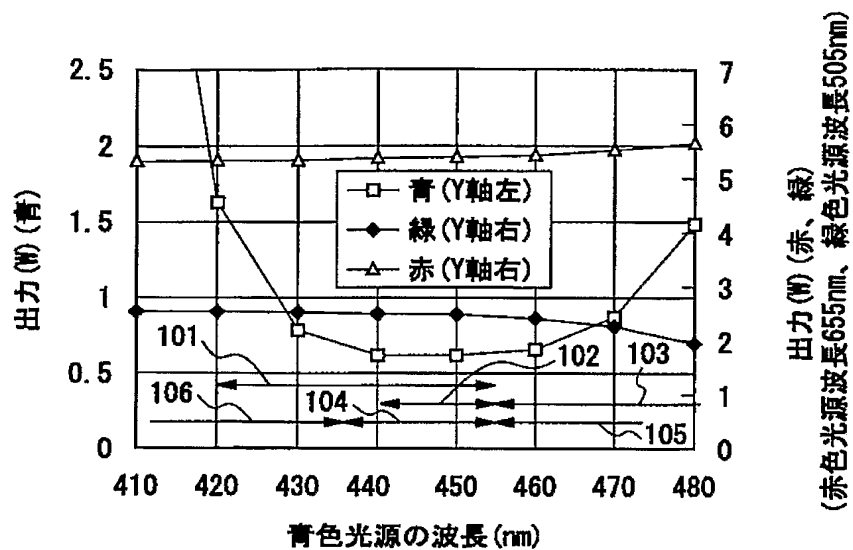
[図2]



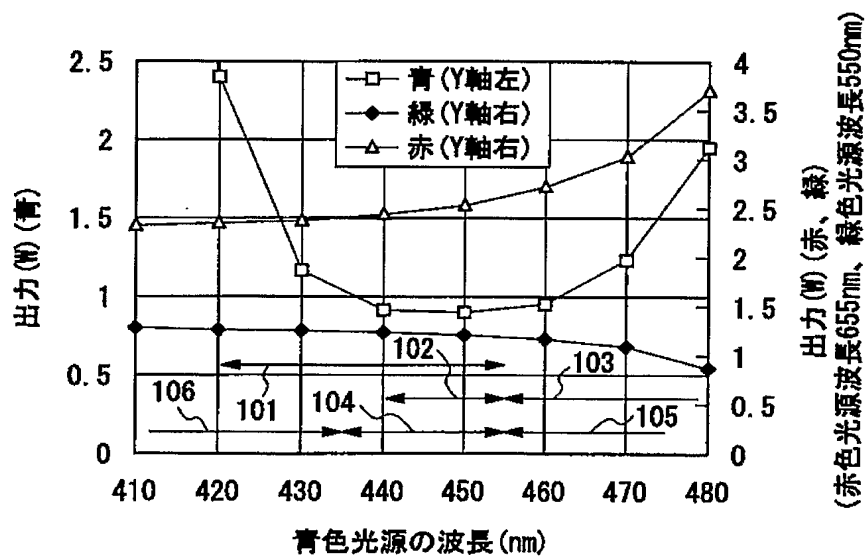
[図3]



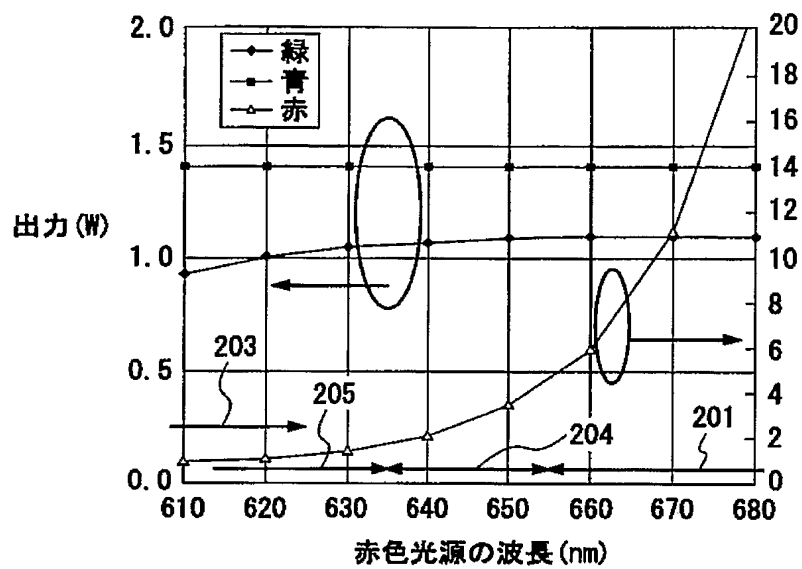
[図4]



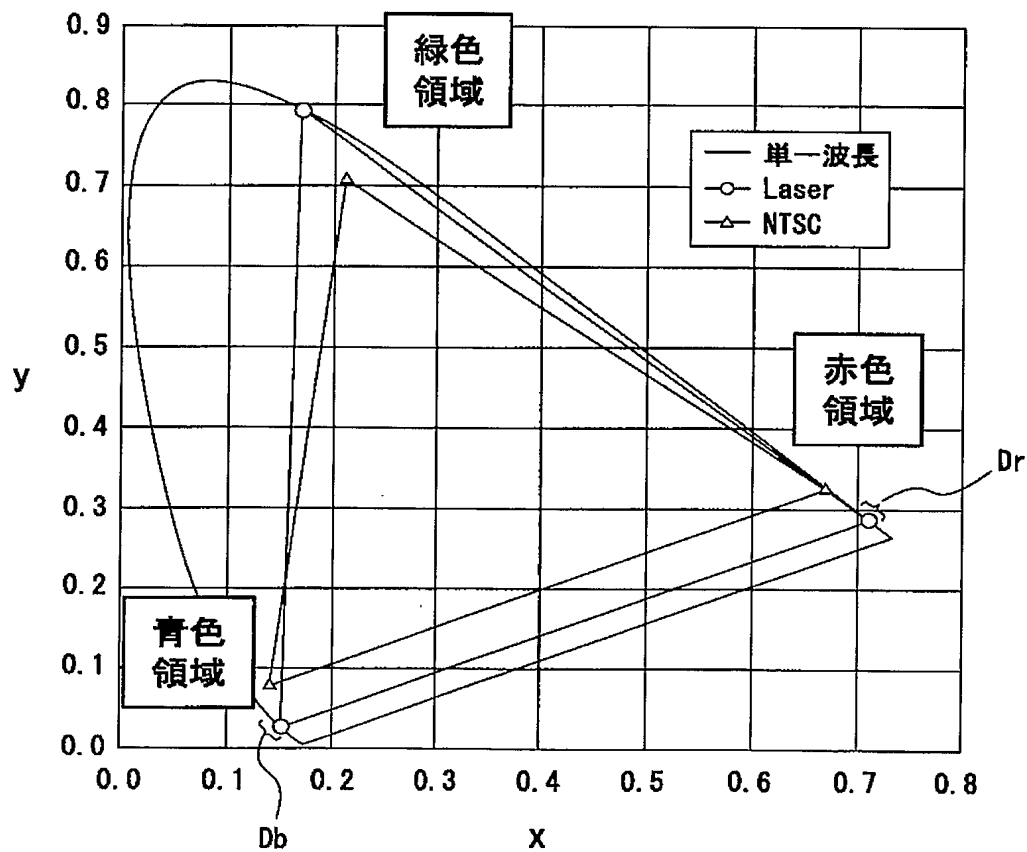
[図5]



[図6]

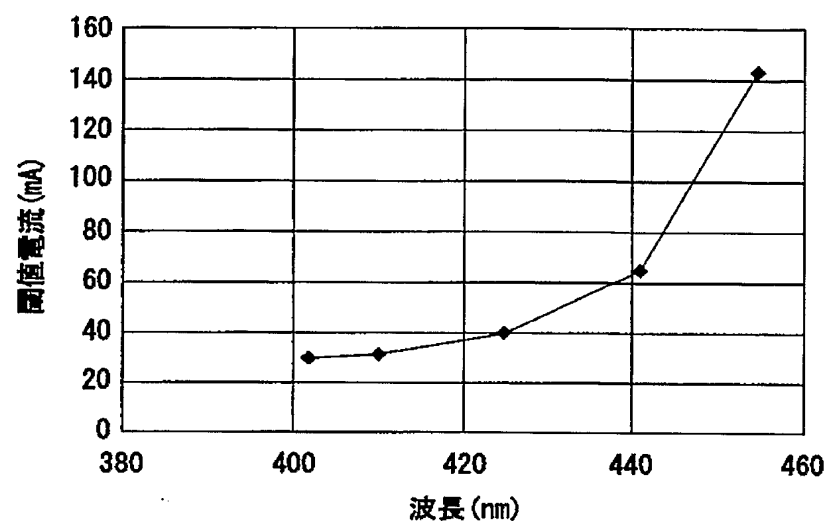


[図7]

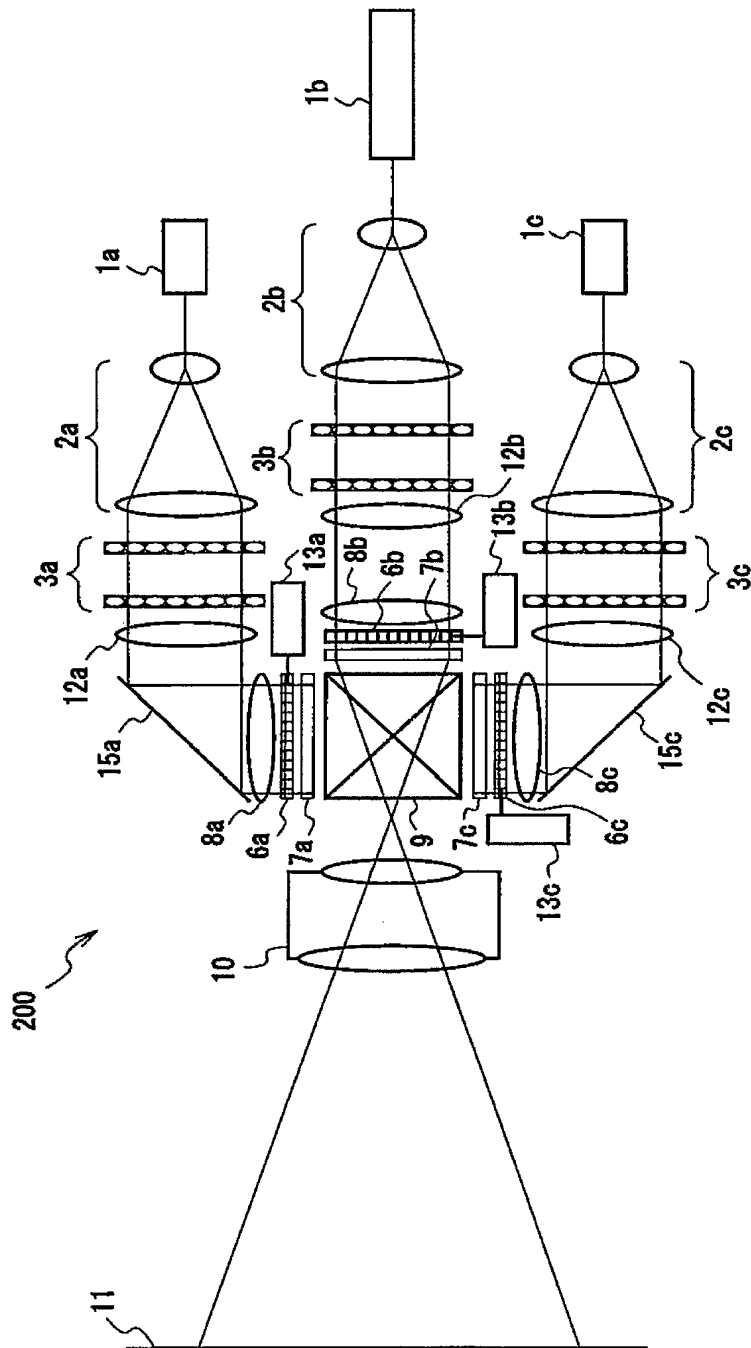




[図8]



[図9]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/019059

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> G03B21/14, G09F9/00, G09F9/30, G02F1/13, H04N9/31

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> G03B21/00, 21/14

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 4-263244 A (Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd.), 18 September, 1992 (18.09.92), Par. No. [0018]; Fig. 1 (Family: none)	1, 2, 4-7, 10
X	JP 10-333599 A (Fuji Xerox Co., Ltd.), 18 December, 1998 (18.12.98), Par. Nos. [0032], [0037] to [0040], [0044]; Figs. 1, 7, 8 (Family: none)	1, 2, 4-7, 10
X	JP 2000-162548 A (Sony Corp.), 16 June, 2000 (16.06.00), Par. No. [0018]; Fig. 2 (Family: none)	1, 2, 4-7, 10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date  
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
22 March, 2005 (22.03.05)

Date of mailing of the international search report  
05 April, 2005 (05.04.05)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2004/019059

**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The inventions of claims 1-10 have a common technical matter which is disclosed in claim 1.

However, the search has revealed that the aforementioned common matter is a conventional prior art.

As a result, the common matter cannot be a special technical feature within the meaning of PCT Rule 13.2, second sentence.

Accordingly, there exists no common technical feature for the aforementioned claims.

(Continued to extra sheet)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: 1, 2, 4-7, 10

**Remark on Protest**

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/019059

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

Since there exists no other common feature which can be considered as a special technical feature within the meaning of PCT Rule 13.2, second sentence, no technical relationship within the meaning of PCT Rule 13 between the different inventions can be seen.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G03B21/14、G09F9/00、G09F9/30、G02F1/13、  
H04N9/31

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G03B21/00、21/14

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P 4-263244 A (株式会社半導体エネルギー研究所) 1992.09.18 段落【0018】、図1 (ファミリーなし)	1, 2, 4-7, 10
X	J P 10-333599 A (富士ゼロックス株式会社) 1998.12.18 段落【0032】、【0037】-【0040】、【0044】、 図1, 7, 8 (ファミリーなし)	1, 2, 4-7, 10

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

22.03.2005

国際調査報告の発送日

05.4.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)  
郵便番号100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)  
伊藤 昌哉

2M

8808

電話番号 03-3581-1101 内線 3274

C (続き) : 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2000-162548 A (ソニー株式会社) 2000. 06. 16 段落【0018】、図2 (ファミリーなし)	1, 2, 4-7, 10

## 第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT 17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。  
つまり、
2. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

## 第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1-10に記載された発明は、共通の技術事項として、請求の範囲1に記載された構成を有している。

しかし、上記共通の技術事項は、調査の結果、従来から知られている先行技術であることが明らかになった。

結果として、上記の技術事項は、PCT規則13.2の第2文の意味において、特別な技術的特徴ではない。

それ故、上記各請求の範囲に共通の技術事項はない。

また、PCT規則13.2の第2文の意味において特別な技術的特徴と考えられる他の共通の技術事項は存在しないので、それらの相違する発明の間にPCT規則13の意味における技術的な関係を見いだすことはできない。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

請求の範囲1, 2, 4-7, 10

## 追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。  
☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。